

## MEMBANGUN OBYEK MESIN BUBUT DAN OBYEK PUTARAN MENGUNAKAN POV-RAY

**Harmastuti**

*Sistem Komputer FST IST 'AKPRIND' Yogyakarta*

*Jl. Bima Sakti No.3 , Pengok, Yogyakarta*

email: [utikfst@yahoo.com](mailto:utikfst@yahoo.com)

### ABSTRAK

Obyek mesin bubut (lathe) adalah obyek yang dibangun dengan memutar kurva pada suatu sumbu putar, Dalam tulisan ini, akan dibangun obyek benda putar yang diperoleh dengan cara memutar kurva yang ditentukan dengan cara menghubungkan sejumlah terbatas pasang koordinat titik yang ditentukan posisinya selanjutnya kurva diputar mengelilingi sumbu Y obyek yang terbentuk berupa benda putaran, menggunakan algoritma SOR dan lathe pada perangkat lunak POV-Ray. Hasil penelitian, Obyek mesin bubut (lathe) dibangun dengan memperhatikan enam pasangan titik kontrol untuk membentuk obyek 3D terbuka dan tujuh pasangan titik kontrol membentuk daerah tertutup dan obyek 3D padat. Obyek lathe linear\_spline memerlukan minimal dua pasang titik kontrol, obyek lathe quadratic\_spline dalam membentuk obyek memerlukan minimal tiga pasang titik dan obyek lathe cubic\_spline dalam membentuk obyek memerlukan lebih dari tiga pasang titik. Obyek sor tidak memperhatikan pasangan titik-titik kontrol membentuk daerah tertutup atau terbuka dan obyek yang terbentuk berupa benda padat tetapi apabila dalam algoritmanya ditambah perintah open akan mengha silkan obyek benda putaran yang terbuka. Kecepatan render pada resolusi 640 x 480, Obyek sor dan lathe cubic\_spline bentuk obyek yang dihasilkan sama. Sedangkan untuk obyek lathe linear 5,01 dan 4,65 detik, obyek lathe quadratik 4,95 dan 4,65 detik dan obyek lathe cubic 4,82 dan 5,41 detik.

**Kata kunci:** pigmen wood, objek benda putar 3D, obyek lathe, obyek sor

### 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi komputer semakin pesat, terutama berkaitan dengan obyek tiga dimensi (3D) yang merupakan daya nyata dari komputer karena berpotensi melihat citra nyata dari objek - objek benda padat (solid), maupun permukaan (surface) 3D [5], Banyak institusi yang menggunakannya seperti bidang pendidikan, iklan, kedokteran, teknik, entertain, industri. Hal ini membuat penulis semakin tertarik untuk mendalaminya. Tulisan ini bertujuan membuat obyek benda putar atau permukaan putar (surfase revolution) yang dibangun dengan cara memutar daerah yang ditentukan atau suatu kurva disekeliling sumbu Y sebagai sumbu putar. Obyek yang terjadi dapat berupa benda padat atau permukaan. Untuk melihat dan membuat visual obyek 3D, terdapat banyak perangkat lunak yang dapat digunakan seperti 3D Max, CAD-CAM, POV-Ray. Melihat kompleks nya permasalahan bagaimana membuat obyek benda putar untuk membangun objek benda putar 3D yang diputar dengan sumbu putar Y yaitu SOR (*surface of revolution*) dan objek bubut (*lathe*) dengan menggunakan perangkat lunak POV-Ray untuk membuat visualnya. Jika digunakan perintah (algoritma) SOR dan Lathe dengan kurva yang diputar tertutup atau terbuka apa yang terjadi terhadap objek yang terbentuk. Pengetahuan dasar apa saja yang diperlukan untuk membuat objek 3D yang diperoleh dengan memutar salah satu sumbu, sumbu putarnya apa (sumbu X, Y atau yang lain). Maka penulis menggunakan Algoritma untuk membangun objek

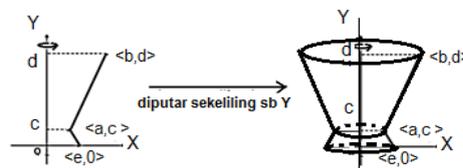
benda putar 3D yang diputar dengan sumbu putar Y yaitu SOR dan objek bubut (*lathe*) dengan menggunakan perangkat lunak POV-Ray untuk membuat visualnya. Jika digunakan perintah (algoritma) SOR dan Lathe dengan kurva yang diputar tertutup atau terbuka apa yang terjadi terhadap objek yang terbentuk.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Penggunaan seamless unwrapping material untuk merealisasi obyek 3D,[2]. Aplikasi Metode Surfase Flatening Pada Pemetaan Teksture untuk permukaan obyek 3D [7] sedangkan [6] dengan penelitiannya *Modelisasi Benda Onyx dan Marmer* dengan Bantuan Permukaan Putar yang dibahas formulasi beberapa bentuk permukaan putar parametrik beserta terapan nya. Dalam tulisan tersebut dirumuskan beberapa benda geometri standar 3D seperti bola, tabung, kerucut, box menyajikan permukaan putar yang dibangun melalui pemutaran kurva bidang dalam kondisi batas tertentu. Selanjutnya mensimulasikan bentuk benda putar melalui penggabungan beberapa permukaan putar parametrik natural yang kompleks. Sedangkan dalam penelitian ini penulis akan membuat benda putar atau permukaan putar yang diperoleh dengan cara memutar kurva yang telah ditentukan atau luasan dengan sumbu putar sumbu Y sebagai sumbu putar, algoritma yang digunakan SOR. (surface of revolution) dan lathe. untuk implementasinya digunakan perangkat lunak POV-Ray.

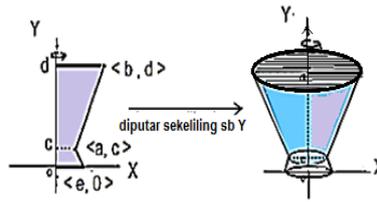
## 3. METODE PENELITIAN

Benda putar adalah benda yang diperoleh dengan cara memutar kurva baik dari fungsi kontinu atau fungsi dengan data diskrit. Menurut [3], benda putar tersebut dapat diperoleh dengan cara menggambarkan daerah yang dibatasi fungsi kontinu yang dirumuskan misalnya  $y = f(x)$  dengan  $x$  anggota bilangan riil dan beberapa syarat lain diputar sekeliling suatu sumbu putar (pada tulisan ini sumbu putarnya sumbu Y) sehingga terjadi benda putaran. Hal yang sama dapat juga dilakukan untuk fungsi diskrit dengan menentukan pasangan titik (vektor) dimulai dari titik pertama hingga titik ke n dengan antar titik dihubungkan garis sehingga terbentuk suatu kurva selanjutnya kurva diputar sekeliling sumbu putar. Dalam membentuk obyek putar dapat dilakukan dengan dua cara yang pertama memutar (luasan) daerah yang didefinisikan diputar  $360^0$  pada sumbu putar obyek yang terjadi berupa padatan (solid), cara kedua memutar kurva yang didefinisikan diputar sekeliling sumbu putar obyek yang terjadi permukaan putaran sebagai berikut.



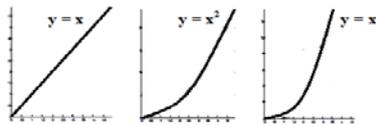
Gambar 1. Kurva linier diputar sekeliling sumbu Y

Daerah pada bidang xy diputar sekeliling sumbu y terjadi benda padat hasil putaran



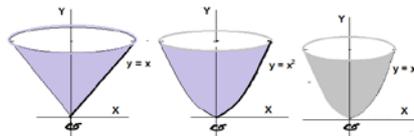
Gambar 2. Luasan diputar sekeliling sumbu y

Berikut perbandingan gambar sederhana kurva linier ( $y = x$ ), kurva kuadrat ( $y = x^2$ ) dan kurva kubik ( $y = x^3$ ) untuk fungsi kontinu pada ruang 2D.

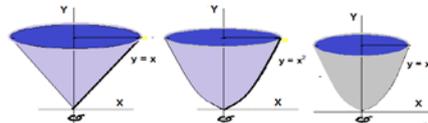


Gambar 3. Perbandingan kurva linear, kuadrat dan pangkat tiga

Apabila kurva tersebut diputar sekeliling sumbu Y maka dapat dilihat perbedaan permukaan putar hasil putaran ketiganya (obyek yang terbentuk permukaan putar) sebagai berikut.



Gambar 4. Perbandingan permukaan putar kurva  $y = x$ ,  $y = x^2$  dan  $y = x^3$  Untuk daerah dibatasi sumbu y, garis  $y = c$  serta kurva masing-masing  $y = x$ ,  $y = x^2$  dan  $y = x^3$ . diputar sekeliling sumbu putar Y diperoleh benda putaran (obyek yang terbentuk berupa padatan) sebagai berikut



Gambar 5. Perbandingan benda putar linier kuadrat dan pangkat tiga

**Spline**, Spline menurut [1], adalah kurva yang didefinisikan sebagai polinomial derajat n dengan nilai - nilai fungsi dari derivatif pertama n-1 menuju titik-titik di mana mereka bergabung. Nilai-nilai absis gabungan titik disebut simpul. Dalam grafika komputer kurva spline mengacu pada kurva komposit yang dibentuk dengan bagian polinomial setiap kontinuitas tertentu bersyarat pada batas dari potongan-potongan (piecewise). Permukaan spline dapat digambarkan dengan dua set kurva spline orthogonal spline dengan beberapa titik kontrol umumnya lebih halus dari pada dengan spline dengan banyak titik kontrol, namun meningkatkan jumlah titik kontrol biasanya meningkatkan fit dari fungsi spline untuk data. Kurva spline atau surface spline didefinisikan, dimodifikasi dan dimanipulasi menggunakan operasi titik kontrol. Istilah spline diambil dari nama strip fleksibel logam yang biasa digunakan oleh perancang untuk membantu dalam menggambar garis melengkung.



Gambar 6. spine linear dengan enam 6 titik kontrol

Titik pertama (1) dari gambar 6 menyatakan titik kontrol awal dan titik ke enam (6) menyatakan titik kontrol akhir. Himpunan titik kontrol membentuk daerah batas ruang yang disebut dengan convex hull. Salah satu cara untuk membayangkan bentuk convex hull untuk kurva dimensi dua adalah dengan pencitraan pita karet membentang di sekitar posisi titik kontrol sehingga setiap titik kontrol baik pada sekeliling batas ini atau di dalamnya.

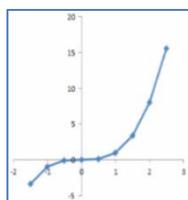
**Kuadrat spline**, untuk kuadrat spline diperlukan minimum 3 titik kontrol, digambarkan sebagai berikut



Gambar 7. Spline kuadrat dengan 6 titik kontrol

Spline kuadrat mempunyai persamaan berbentuk  $f(x) = ax^2 + bx + c$ ,  $a$ ,  $b$ , dan  $c$  konstanta.

**Kubik spline**, Spline kubik adalah spline terbuat dari piecewise polinomial orde ketiga yang melewati serang kaian  $m$  titik kontrol. Turunan kedua setiap polinomial umumnya diatur ke nol pada titik akhir, karena ini memberikan syarat batas yang melengkapi sistem  $m-2$  persamaan. Ini menghasilkan yang disebut "alami" spline kubik dan mengarah ke sistem tridiagonal sederhana yang dapat diselesaikan dengan mudah untuk memberikan koefisien dari polinomial. Namun, pilihan ini bukan satu-satunya yang mungkin, dan kondisi batas lainnya dapat digunakan sebagai pengganti.

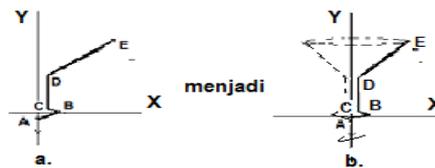


Gambar 8. Spline kubik dengan 10 titik kontrol

[4], salah satu fasilitas perangkat lunak POV-Ray dapat dibuat obyek 3D dasar maupun modifikasinya sehingga obyek realistik, seperti obyek bola tabung kerucut dapat dibangun obyek CGS menjadi gelas piala dan bola kecil didalam gelas yang dibuat realistik dengan iluminasi cahaya, perangkat lunak ini berbasis teks. Manfaat lain perangkat lunak tersebut untuk membuat benda putar dengan

data diskrit menggunakan algoritma sor atau Objek *sor dan lathe* untuk membangun benda putar dengan memutar suatu kurva, pada kasus ini diputar sekeliling sumbu Y.

**Obyek SOR**, Obyek sor adalah permukaan putaran yang dihasilkan dengan memutar kurva spline yang terbentuk di sekitar sumbu y. Kurva ini menggambarkan jarak posisi titik koordinat (titik kontrol) dengan sumbu putar yaitu sumbu Y. Objek yang dihasilkan dapat berbentuk obyek botol, vas, gelas, piala dll. Untuk contoh gelas piala dapat disusun dengan enam titik koordinat (titik kontrol) A, B, C, D dan E selanjutnya masing titik dihubungkan oleh sepotong garis yang membentuk kurva dengan titik awal titik A dan titik akhir E, gambar a) selanjutnya kurva diputar sekeliling sumbu Y diperoleh gambar b) sbb.



Gambar 9. Obyek gelas piala

Untuk membuat visualnya, digunakan software POV Ray statemen objek *sor* dinyatakan sebagai berikut.

```
sor
{
    Number_Of_Points, <Point_1>, <Point_2>, ... <Point_n>
    [ open ] [SOR_MODIFIERS...]
}
SOR_MODIFIER:
    sturm | OBJECT_MODIFIER
    sturm : off
```

*Number\_Of\_Points* kusus untuk vektor dimensi dua (2-D) titik pertama *<Point\_1>* sampai dengan titik ke n *<Point\_n>* adalah vektor 2D yang saling terhubung langsung membentuk suatu kurva selanjutnya diputar dengan sumbu putar sumbu y sehingga terbentuk objek putar. Titik pertama dan terakhir hanya digunakan untuk menen tukan arah dari fungsi dari awal hingga akhir. Fungsi yang digunakan dalam objek memutar permukaan sama dengan splines yang digunakan untuk objek lathe.

**Obyek lathe**, Objek lathe adalah objek yang diperoleh dengan memutar shape line sehingga diperoleh benda putar yang disebut obyek mesin bubut. Disini diasumsikan bahwa obyek dibuat di bidang x,y, dan komponen Z diasumsikan nol, sehingga dalam menggambar obyek mesin bubut (lathe) dinggunakan vektor dimensi dua. Apabila kurva sudah siap ditentukan maka pelacak sinar akan memutar garis ini di sekitar sumbu y sehingga terbentuk obyek permukaan putaran. Metode yang digunakan menggunakan kata kunci *linear\_spline*, *quadratic\_spline*, *cubic\_spline*. Untuk *quadratic\_spline*, *cubic\_spline* menghasilkan lengkungan lebih halus bila dibandingkan *linear\_spline*. Untuk membuat obyek mesin bubut Pertama-tama dibuat kurva pembentuk obyek selanjutnya diputar sekeliling sumbu Y.

Statemen obyek benda putar *lathe* sebagai berikut.

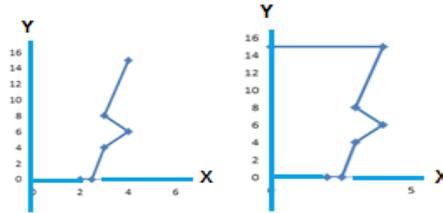
```
lathe
```

```
{ [SPLINE_TYPE] Number_Of_Points,
  <Point_1><Point_2>... <Point_n>
  [LATHE_MODIFIER...]}
SPLINE_TYPE:
  linear_spline | quadratic_spline | cubic_spline | bezier_spline
LATHE_MODIFIER:
  sturm | OBJECT_MODIFIER
```

Pernyataan pertama menentukan jenis spline, apabila tidak di tentukan maka digunakan linear\_spline. Vektor-vektor <Point\_1> sampai dengan ke <Point\_n> pada Number\_Of\_ merupakan pasangan titik bilangan bulat yang menentukan berapa banyak titik (vektor) pada bidang 2D digunakan untuk menentukan kurva. Kurva tidak secara otomatis tertutup, yaitu titik pertama dan terakhir tidak secara otomatis terhubung. Disini perlu ditentukan sendiri jika menginginkan kurva tertutup sehingga kurva terdefiniskan diputar mengelilingi sumbu y untuk membentuk obyek bubut, berpusat pada titik asal. Konsep dasar splines yaitu untuk menggambar kurva melalui sebuah himpunan titik dengan cara yang ditentukan. Kata kunci *linear\_spline* adalah spline sederhana karena disini hanya menghubungkan titik-titik (vektor) berturut-turut dengan garis. Ini berarti kurva yang ditarik antara dua titik hanya tergantung pada dua titik, tidak ada informasi tambahan seperti kelengkungan yang diperhitungkan. Splines lainnya berbeda dalam pengambilan titik-titik ketika menghubungkan dua titik untuk menciptakan kurva halus dan dalam kasus spline kubik, menghasilkan perubahan antara segmen garis lebih halus pada setiap pasang titik. *Quadratic\_spline* menciptakan splines yang terbuat dari kurva kuadrat, masing-masing menghubungkan dua titik berturut-turut, secara matematis hubungan (dalam koordinat 2-D) antara titik pertama dan kedua menentukan kemiringan kurva pada titik kedua. Kemiringan kurva pada titik ketiga berada di luar kendali. Jadi splines kuadrat tampak lebih halus daripada splines linear tetapi perubahan pada setiap titik umumnya tidak mulus karena kemiringan di kedua sisi titik berbeda. *Cubic spline* adalah spline yang dibangun dari polinomial orde tiga dengan sejumlah titik kontrol. *cubic\_spline* ini akan menciptakan splines yang mengatasi masalah perubahan splines kuadrat karena juga mengambil titik keempat ketika menggambar kurva antara titik kedua dan ketiga. Kemiringan pada titik keempat di bawah kendali memungkinkan perubahan yang mulus pada setiap titik sehingga spline-spline yang dihasilkan lebih halus.

Dengan memperhatikan tinjauan pustaka dan teori dasar disusun alur penelitian yang dilakukan nyaitu : Analisis kebutuhan, penyiapan data, implementasi, tes pengujian, selesai.

Obyek yang akan dibangun berupa vas bunga dengan pemilihan 6 (enam) dan 7 (tujuh) titik koordinat (titik koltrol) untuk membuat obyek bubut (Lathe) dan 7 (tujuh) titik koordinat untuk membangun obyek SOR (Surface of Revolution Object) dengan menggunakan sumbu Y sebagai sumbu putar. Rencana obyek lathe dan SOR yang akan dibuat



Gambar 10 : kurva dengan 6 dan 7 titik kontrol

Untuk memperoleh benda putaran diputar sekeliling sumbu Y, untuk implementasi obyek yang dibuat digunakan software POV Ray. Pada resolusi gambar 640 x 480, selanjutnya dibandingkan kecepatan render untuk obyek *lathe* dan *SOR*, obyek yang terbentuk diberi tekstur kayu (wood) hal ini diperlukan untuk melihat perubahan titik kontrol pada obyek yang dibuat.

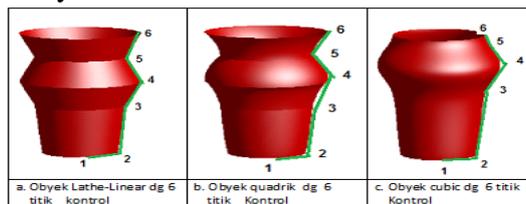
#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Hasil Penelitian

Pada bagian ini akan disajikan visual objek benda putar 3D yang diputar sekeliling sumbu Y, dengan algoritma sor dan lathe. Disini dibuat dua objek benda putar 3D sederhana dengan menggunakan titik kontrol terbatas yaitu enam titik kontrol dan tujuh titik kontrol dengan algoritma lathe linear\_spline 6, 7 (linear,quadratic dan cubic) gambar 12a,b,c. titik kontrol terhubung oleh garis membentuk kurva terbuka dan tertutup. Untuk algoritma sor dengan 7 titik kontrol, gambar 19) a.titik kontrol terhubung oleh garis membentuk kurva terbuka dan gambar b) algoritma ditambah perintah open.

Berikut hasil objek yang diteliti:

obyek metode lathe 6 titik kontrol linear, quadratic dan cubic sebelum diberi tekstur pada permukaannya.



Gambar 11.: a,b,c obyek metode lathe dengan 6 titik kontrol

Selanjutnya untuk memperjelas kelengkungan, permukaan obyek diberi tekstur pola kayu (wood) diskala 0,05

#### 1. Obyek Lathe

##### a. lathe - linear

bangun1 :

```
lathe { linear_spline 6, <2, 0>, <2.5,0>, <3,4>, <4,6>, <3,8>, <4,10> ,
    pigment { wood scale 0.05 }
    scale <0.25,0.25,0.25>
    finish { specular 0.75 } }
```



Gambar 12. lathe linear 6 titik kontrol diberi tekstur

**bangun2 :**

```
lathe { linear_spline 7, <2,0>, <2.5,0>, <3,4>, <4,6>, <3,8>, <4,10>, <0,10>,  
pigment { wood scale 0.05 }  
scale <0.25,0.25,0.25>  
finish { specular 0.75 } }
```



Gambar 13. lathe linear 7 titik kontrol diberi tekstur

**b. Lathe – quadratic**

**bangun1 :**

```
Lathe { quadratic_spline 6,  
<2, 0>,<2.5,0>, <3,4>, <4,6>, <3,8>, <4,10> , pigment { wood scale 0.05 }  
scale <0.25,0.25,0.25>  
finish { specular 0.75 } }
```



Gambar 14. lathe quadric 6 titik kontrol diberi tekstur

**bangun2 :**

```
lathe { quadratic_spline 7, <2, 0>, <2.5,0>, <3,4>, <4,6>, <3,8>, <4, 10>, <0,15> ,  
pigment { wood scale 0.05 }  
scale <0.25,0.25,0.25>  
finish { specular 0.5 } }
```



Gambar 15. lathe quadric 7 titik kontrol diberi tekstur

**c. lathe cubic**

**bangun 1 :**

```
lathe { cubic_spline 6, <2, 0>,<2.5,0>, <3,4>, <4,6>, <3,8>, <4,10> ,  
pigment { wood scale 0.05 }
```

```
scale <0.25,0.25,0.25>
finish {specular 0.05} }
```



Gambar 16. lathe cubic 6 titik kontrol diberi tektur

**bangun2 :**

```
lathe { cubic_spline 7, <2, 0>, <2.5,0>, <3,4>, <4,6>, <3,8>, <4, 10>, <0,10>
pigment { wood scale 0.05}
scale <0.25,0.25,0.25> }
```



Gambar 17. lathe cubic 7 titik kontrol diberi tektur

**2. Obyek Sor**

**a. bangun1 :**

```
sor { 6, <2,0>, <2.5,0>, <3,4>, <4,6>, <3,8>, <4, 10> //open
scale <0.25,0.25,0.25> , pigment { wood scale 0.05}
finish{specular 0.75 } }
```



Gambar.18 : obyek sor 6 titik kontrol tanpa open dan dengan open

**b. bangun2 :**

```
sor { 7, <2, 0>, <2.5,0>, <3,4>, <4,6>, <3,8>, <4,10>, <0,10> //open
pigment { wood scale 0.05}, scale <0.25,0.25,0.25>
finish{specular 0.5 } }
```



Gambar.19 : Obyek sor 7 titik kontrol tanpa open dan dengan open

**4.2 PEMBAHASAN**

Dari hasil tersebut dengan mengambil resolusi gambar 640x480 untuk metode lathe dan SOR, untuk obyek dengan algoritma lathe metode yang digunakan linear\_spline, quadratic\_spline dan cubic\_spline dengan 6 titik kontrol seperti terlihat pada gambar 12 kurva dengan 6 titik kontrol tersebut membentuk kurva terbuka obyek 3D dan jika diputar sekeliling sumbu Y terbentuk benda putaran yang terbuka, Sedangkan jika digunakan 7 titik kontrol gambar 13. bendaputar membentuk obyek 3D tertutup. Untuk Lathe quadratic\_spline dan cubic\_spline diperoleh obyek yang dengan lengkungan yang halus (smoot) gambar 14, 16. Obyek menggunakan algoritma sor seperti gambar 18, 19 dengan 6 dan 7 titik kontrol membentuk obyek 3D tertutup jika algoritma ditambah perintah *open* obyek 3D terbuka. Obyek Lathe cubic dan sor menghasilkan obyek sama. kecepatan render masing-masing obyek adalah sebagai berikut

Tabel 1. Hasil percobaan

No	Metode	Kecepatan render			Keterangan
		detik	6 ttk kontrol	7 ttk kontrol	
1	lathe				
	linear,	5.01 4.65	v	v	Obyek yang terbentuk lekuan benda tampak kaku
	quadratic	4.95 4.65	v	v	Obyek yang terbentuk agak mulus (smoot),
	cubic	4.82 5.41	v	v	Obyek yang ter bentuk lebih mulus (smoot)
2.	<b>SOR</b>	<b>detik</b>	<b>6 ttk kontrol</b>	<b>7 ttk kontrol</b>	
	Obyek SOR tanpa 'Open'	4.73 4.95	v		Obyek yang terbentuk lebih mulus (smoot)
	Obyek SOR tanpa dan dengan 'Open'	4.95 5.26		v	sama dengan cubic_spline

## 5. KESIMPULAN

1. Obyek lathe dalam membentuk obyek memperhatikan pasangan titik–titik membentuk daerah tertutup atau terbuka.
2. Obyek lathe linear\_spline dalam membentuk obyek memerlukan minimal dua pasang titik, obyek lathe quadratic\_spline dalam membentuk obyek memerlukan minimal tiga pasang titik dan obyek lathe cubic\_spline dalam membentuk obyek memerlukan lebih dari tiga pasang titik kontrol dengan tingkat kelengkungan permukaan 3D yang berbeda.
3. Obyek sor dengan memperhatikan 6 dan 7 titik kontrol akan terbentuk obyek benda putar tertutup, akan tetapi jika dalam algoritma ditambah perintah open akan menghasilkan obyek benda putar yang terbuka.
4. Obyek sor dan lathe cubic\_spline bentuk obyek yang dihasilkan sama.
5. Kecepatan render untuk obyek lathe linear 5,01 dan 4,65 detik, obyek lathe quadratik 4,95 dan 4,65 detik dan obyek lathe cubic 4,82 dan 5,41 detik. Sedangkan untuk obyek sor 4,73 dan 4,95 detik dan 4,95 dan 5,26 detik.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Baker, H.,(2004). *Computer Graphhics with Open GL*. Prentice Hall inc United States of America.
- [2] Bhanu Sri Nugraha 2015, *Penteksturan Model Tiga Dimensi Menggunakan Metode Seamless Unwrapping Material*, Sistem Informasi STMIK Amikom Yogyakarta pada Semnas Teknologi Informasi dan multimedia..
- [3] Bradley, GL, 1995, *Calculus*, Prentice Hall inc United States of America.
- [4] David K dkk ,1999, *POV-Ray User Guide*, Persistence Of Vision Development Team.
- [5] Foley,J.D. Van, Dam, A.(1984). *Fundamen tals of Interactive Computer Graphics*.Addison-Wesley Publishing Company.Inc United States of America.
- [6] Hidayat R,dkk, 2006, *Modelisasi Benda Onyx dan Marmer dengan Bantuan Permukaan Putar*, *Jurnal ILMU DASAR Vol. 7 No. 1, 2006 : 25-33* Jurusan Matematika FMIPA Universitas Jember
- [7] Soelaiman R, Hathfi Bahrial Hakim dan I Made Agus Setiawan 2006, *Aplikasi Metode Surfase Flatening Pada Pemetaan Teksture*, Fakultas Teknologi Informasi ITS.